

51

Int. Cl.: F 16 f, 15/26

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl. 47 a3, 15/26

10

11

# Offenlegungsschrift 2 408 729

21

Aktenzeichen: P 24 08 729.4

22

Anmeldetag: 22. Februar 1974

43

Offenlegungstag: 26. September 1974

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: 24. Februar 1973

33

Land: Japan

31

Aktenzeichen: 48-22537

54

Bezeichnung: Vorrichtung zum Aufheben unausgeglichener Massenkräfte in einer Brennkraftmaschine

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Nissan Motor Co., Ltd., Yokohama (Japan)

Vertreter gem. § 16 PatG: Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dr.-Ing.;  
Stockmair, W., Dr.-Ing. Ae. E.; Schumann, K., Dr.;  
Jakob, P., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte, 8000 München

72

Als Erfinder benannt: Kondo, Takahisa, Chofu, Tokio (Japan)

56

Rechercheantrag gemäß § 28 a PatG ist gestellt  
Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:  
US-PS 3 468 190

DT 2408 729

DIPL.-ING. A. GRÜNECKER  
DR.-ING. H. KINKELDEY  
DR.-ING. W. STOCKMAIR, Ae. E. (CAUF. INST. OF TECHN.)  
PATENTANWÄLTE Dr. K. Schumann  
Dipl.-Ing. P. Jakob

8000 MÜNCHEN 22  
Maximilianstraße 43  
Telefon 2971 00/29 67 44  
Telegramme Monopat München  
Telex 05-28380

P 7907

2408729

22. 2. 50

NISSAN MOTOR COMPANY, LIMITED  
No. 2, Takara-machi, Kanagawa-ku  
Yokohama City, Japan

Vorrichtung zum Aufheben unausgeglichener  
Massenkräfte in einer Brennkraftmaschine

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Auf-  
heben unausgeglichener Massenkräfte in einer Kurbel-  
welle aufweisenden Kolben-Brennkraftmaschine.

409839/0259

Aufgrund des Vorhandenseins von hin und her gehenden sowie pendelnd beweglichen Teilen wie Kolben bzw. Pleuelstangen in einer Brennkraftmaschine der genannten Art ergeben sich je nach der Anzahl und Anordnung der Zylinder sowie nach der räumlichen Anordnung der Kurbelzapfen an der Kurbelwelle unausgeglichene Massenkräfte in bestimmten Größenordnungen. Diese Teile tragen also zum Entstehen von Schwingungen und damit Geräuschen an der Brennkraftmaschine bei. Diese Erscheinungen treten bei erhöhten Drehzahlen der Maschine in verstärktem Maße auf. Es besteht daher bei der Konstruktion von Kolben-Brennkraftmaschinen das Bestreben, diese Massenkräfte auszugleichen bzw. sie aufzuheben oder zu vernichten.

Gemäß der Erfindung ist eine Vorrichtung der eingangs genannten Art gekennzeichnet durch ein auf der Kurbelwelle sitzendes, gemeinsam mit dieser drehbares und eine Kurvenführungsnut mit einem vorbestimmten Profil aufweisendes Teil und durch ein an einem Ende in der Kurvenführungsnut des drehbaren Teils geführtes, hin und hergehend bewegliches Teil, welches in einer das Entstehen von unausgebalancierten Massenkräften bewirkenden Richtung hin und her beweglich an einem feststehenden Teil der Brennkraftmaschine geführt ist, so daß unausgeglichene Massenkräfte der Brennkraftmaschine durch die bei der Drehung der Kurbelwelle dem Verlauf der Kurvenführungsnut folgenden Bewegungen des hin- und hergehenden Teils verringerbar oder aufhebbar sind.

Im folgenden ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert, in welcher gleiche bzw. einander entsprechende Teile durchgehend mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind und in der

Fig. 1 eine schematisierte Darstellung einer Kurbelwelle mit der Anordnung der Kurbelzapfen einer Brennkraftmaschine,

Fig. 2 eine schematisierte Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Aufheben unausgeglichener Massenkräfte,

Fig. 3 eine Ansicht der Vorrichtung im Schnitt entlang der Linie III-III in Fig. 2 und

Fig. 4 eine erläuternde Darstellung des Profils einer Kurvenführungsnut in einem drehbaren Teil der Vorrichtung zeigt.

Das in der Zeichnung dargestellte und nachstehend erläuterte Ausführungsbeispiel der Vorrichtung bezieht sich auf deren Verwendung an einem Vierzylinder-Reihenmotor. Die derzeit gebräuchlichste Anordnung der Kurbelzapfen an einer Kurbelwelle eines solchen Motors ist in Fig. 1 dargestellt. Wie man in dieser Figur erkennt, sind der erste und der vierte Kurbelzapfen 1 bzw. 4 um  $180^\circ$  gegenüber den zweiten und dritten Kurbelzapfen 2 bzw. 3 versetzt. Bei einer solchen Anordnung der Kurbelzapfen lassen sich die bei einer bestimmten Drehzahl  $N$  auftretenden, in einer Richtung  $y$  unausgebalancierten Massenkräfte  $U$  durch die folgende Formel ausdrücken:

$$U_y = 4Fq_2 \cos 2\theta + 4Fq_4 \cos 4\theta + 4Fq_6 \cos 6\theta + 4Fq_8 \cos 8\theta + \dots \quad (1)$$

worin

$$F = \frac{WR}{g} \cdot r \cdot \omega^2$$

$$q_2 = \rho, \quad \rho = \frac{r}{l}$$

$$q_4 = \frac{1}{4} \rho^3$$

$$q_6 = \frac{9}{128} \rho^5$$

$$q_8 = \frac{5}{256} \rho^7$$

und

WR : Gewicht der hin und her bewegten Teile

r : 1/2 Hub

- $l$  : Abstand zwischen Pleuellager und Kolbenbolzenlager einer Pleuelstange, (Abstand zwischen dickem und dünnem Ende des Pleuels - Pleuellänge)  
 $w$  : Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle  $\left( \frac{2\pi N}{60} \right)$   
 $N$  : Motordrehzahl und  
 $\theta$  : der Drehwinkel der Kurbelwelle ist.

In der vorstehenden Formel hat der erste Ausdruck den größten Wert, während die folgenden (zweiten, dritten usw.) Ausdrücke kleinere und schließlich vernachlässigbare Werte haben. Die folgende Beschreibung bezieht sich deshalb auf eine Vorrichtung zum Ausgleichen der mit dem ersten Ausdruck dargestellten Massenkräfte.

In der vorstehenden Formel ist die unausgeglichene Massenkraft durch den ersten Ausdruck  $4Fq_2 \cos 2\theta$  gegeben. Für ihren Ausgleich bzw. ihre Aufhebung ist eine Kraft

$$F_2 = -4Fq_2 \cos 2\theta$$

erforderlich. Um das Auftreten von Kräftepaaren zu vermeiden, empfiehlt es sich an beiden Enden der Kurbelwelle eine Kraft von der halben Größe  $F_2$  zur Wirkung zu bringen, so daß also

$$F_2 \text{ vorn} = F_2 \text{ hinten} = -2Fq_2 \cos 2\theta \quad (2)$$

oder

$$F_2 \text{ vorn} = F_2 \text{ hinten} = -2 \frac{WR}{g} \cdot \frac{r^2}{l} \cdot w^2 \cdot \cos 2\theta \quad (3)$$

Das rechte Glied der Formel (3) stellt einen Ausdruck für das Produkt Masse mal Beschleunigung dar und läßt sich in einen Ausdruck für das Produkt Masse mal Bewegungsgröße:

$$\frac{WRr^2}{2gl} \cdot \cos 2\theta \quad (4)$$

umwandeln.

Da der Koeffizient von  $\cos 2\theta$  in der Formel (4) die Amplitude darstellt, läßt sich die Verschiebung  $a$  der hin und her gehenden Teile mit der Masse  $m$  anhand der folgenden Formel (5) ermitteln:

409839/0259

$$a \cdot m = \frac{W R r^2}{2 g l} \quad (5)$$

Unter Zugrundelegung der sich aus vorstehender Formel (5) ergebenden Variablen ist nachstehend eine Ausführungsform der Vorrichtung anhand von Fig. 2 und 3 erläutert.

In Fig. 2 erkennt man eine Kurbelwelle 1, welche mittels Lagern 3 drehbar in einem Zylinderblock 2 gelagert ist. Auf einem Endzapfen 1a der Kurbelwelle 1 sind eine Abstandsbuchse 4, ein drehbares Teil 5 der Vorrichtung und eine Keilriemenscheibe 6 fest und gemeinsam mit der Kurbelwelle 1 drehbar angeordnet. Das drehbare Teil 5 ist in einer zu seiner Achse senkrechten Ebene in zwei Teile unterteilt, zwischen welchen eine Kurvenführungsnut 7 mit etwa T-förmigem Querschnitt gebildet ist. An der Stirnseite des Zylinderblocks 2 ist ein von einer Bohrung 8a durchsetzter Führungsklotz 9 mittels mehrerer Schrauben 10 befestigt. Die Bohrung 8a verläuft in einer solchen Richtung, daß bei der Hin- und Herbewegung eines darin geführten Teils 8 gewisse unausgeglichene Massenkräfte auftreten. An einem Ende des in der Bohrung 8a des Führungsklotzes 9 hin und her beweglich geführten Teils 8 mit der Masse m ist ein Kreuzzapfen 12 angebracht, welcher unter Zwischenlage von Buchsen 11 in der Kurvenführungsnut 7 geführt ist. Damit wird das hin und her bewegliche Teil 8 bei der Drehung der Kurbelwelle 1 entsprechend dem Verlauf der Kurvenführungsnut 7 im drehbaren Teil 5 in hin und her gehende Bewegung versetzt.

Wie man aus Fig. 3 erkennt, hat die im drehbaren Teil 5 gebildete Kurvenführungsnut 7 einen derartigen Verlauf, daß sich das hin und her bewegliche Teil 8 in den Winkelstellungen der Kurbelwelle 1 von  $0^\circ$  und  $180^\circ$ , entsprechend der y-Achse in Fig. 1, in der unteren Endstellung befindet. In den Winkelstellungen der Kurbelwelle 1 von  $90^\circ$  und  $270^\circ$  befindet sich das bewegliche Teil 8 dementsprechend in der oberen Endstellung, so daß es also bei jeder

Drehung der Kurbelwelle 1 um  $180^\circ$  eine volle Hin- und Herbewegung ausführt. Die Bewegungsgröße bzw. der Hub  $a$  des beweglichen Teils 8 läßt sich unter Zugrundelegung seiner Masse  $m$  ohne Schwierigkeit anhand der Formel (5) bestimmen, da deren rechtes Glied durch die Daten des betreffenden Motors vorgegeben ist.

In Fig. 2 erkennt man ferner einen vorderen Deckel 13 des Motors, eine Ölwanne 14, eine Dichtung 15 zum Vermeiden von Ölverlusten aus dem Kurbelgehäuse und einen Durchlaß 16 für die Zufuhr von Öl zu den Gleitflächen des hin und her beweglichen Teils 8.

Die vorstehend beschriebene Ausführungsform ist ein Beispiel für eine Vorrichtung zum Aufheben der durch den ersten Ausdruck in der Formel (1) dargestellten unausgeglichenen Massenkräfte. Die Erfindung ist jedoch nicht auf eine solche Ausführung beschränkt, sondern läßt sich unter Anwendung der vorstehend erläuterten Grundsätze auch zum Aufheben oder Vernichten der durch den zweiten, dritten oder vierten Ausdruck in der Formel (1) dargestellten unausgeglichenen Massenkräfte ausbilden. Für den Ausgleich der dem zweiten Ausdruck entsprechenden Massenkräfte ergibt sich für den Hub  $a$  des hin und her beweglichen Teils der Ausdruck

$$\left(\frac{1}{4} \frac{r^3}{1^3}\right) \frac{WRr^2}{2g1m}$$

und für die dem dritten Ausdruck entsprechenden Kräfte

$$\left(\frac{9}{128} \frac{r^5}{1^5}\right) \frac{WRr^2}{2g1m}.$$

Dabei werden dann die für die den verschiedenen Ausdrücken entsprechenden Massenkräfte ermittelten Profile der Kurvenführungsnut zu einem gemischten Profil miteinander kombiniert, dessen Verlauf dann dem hin und her bewegliche Teil folgt.

.7.

Somit schafft die Erfindung also eine Vorrichtung zum Aufheben oder Vernichten von unausgeglichenen Massenkräften mit einem gemeinsam mit der Kurbelwelle drehbaren und eine in bestimmter Weise ausgeführte Kurvenführungsnut aufweisenden Teil und wenigstens einem zum Aufheben bzw. Vernichten der unausgeglichenen Massenkräfte entsprechend dem Verlauf der Kurvenführungsnut hin und her beweglichen Teil. Diese Vorrichtung ermöglicht einen Ausgleich der in einer Brennkraftmaschine auftretenden unausgeglichenen Massenkräfte und damit eine erhebliche Verringerung von Schwingungen und Laufgeräuschen der Brennkraftmaschine. Die erfindungsgemäße Vorrichtung hat einen äußerst einfachen Aufbau, so daß sie ohne Schwierigkeit und zu niedrigen Kosten herstellbar ist.



Patentansprüche:

1. Vorrichtung zum Aufheben unausgeglichener Massenkräfte in einer eine Kurbelwelle aufweisenden Kolben-Brennkraftmaschine, g e k e n n z e i c h n e t durch ein auf der Kurbelwelle (1) sitzendes, gemeinsam mit dieser drehbares und eine Kurvenführungsnut (7) mit einem vorbestimmten Profil aufweisendes Teil (5) und durch ein an einem Ende (12) in der Kurvenführungsnut des drehbaren Teils geführtes, hin- und hergehend bewegliches Teil (8), welches in einer Richtung (y), in der unausgeglichene Massenkräfte entstehen, hin und her beweglich an einem feststehenden Teil (2, 9) der Brennkraftmaschine geführt ist, so daß unausgeglichene Massenkräfte an der Brennkraftmaschine durch die bei der Drehung der Kurbelwelle dem Verlauf der Kurvenführungsnut folgenden Bewegungen des hin- und hergehenden Teils verringerbar oder aufhebbar sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß das drehbare Teil (5) entlang einer zu seiner Achse senkrecht verlaufenden Ebene in zwei Teile unterteilt ist und daß die Kurvenführungsnut (7) des drehbaren Teils T-förmigen Querschnitt hat.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß der Verlauf der Kurvenführungsnut (7) in der Weise bestimmt ist, daß sich das hin und her bewegliche Teil (8) in Winkelstellungen der Kurbelwelle (1) von  $0^{\circ}$  und  $180^{\circ}$  in seiner unteren und in Winkelstellungen der Kurbelwelle von  $90^{\circ}$  und  $270^{\circ}$  in seiner oberen Endstellung befindet.
4. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß der Verlauf der Kurvenführungsnut (7) des drehbaren Teils (5) in der Weise bestimmt ist, daß die Verschiebung a des hin und her

beweglichen Teils (8) der Beziehung

$$a = \frac{WRr^2}{2gIm}$$

genügt, worin

WR = Gewicht des hin und her beweglichen Teils

l = Abstand zwischen dem Pleuellager und dem  
Kolbenbolzenlager einer Pleuelstange,

r = 1/2 Hub

m = Masse des hin und her beweglichen Teils ist.

5. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Verlauf der Kurvenführungsnut (7) des drehbaren Teils (5) sich aus einer Kombination der sich für die Beziehungen

$$a = \frac{WRr^2}{2gIm}, a = \frac{WRr^2}{2gIm} \left( \frac{1}{4} \frac{r^3}{l^3} \right), a = \frac{WRr^2}{2gIm} \left( \frac{9}{128} \cdot \frac{r^5}{l^5} \right) \text{ usw.}$$

ergebenden Profile ergibt.

-44-

FIG. 1

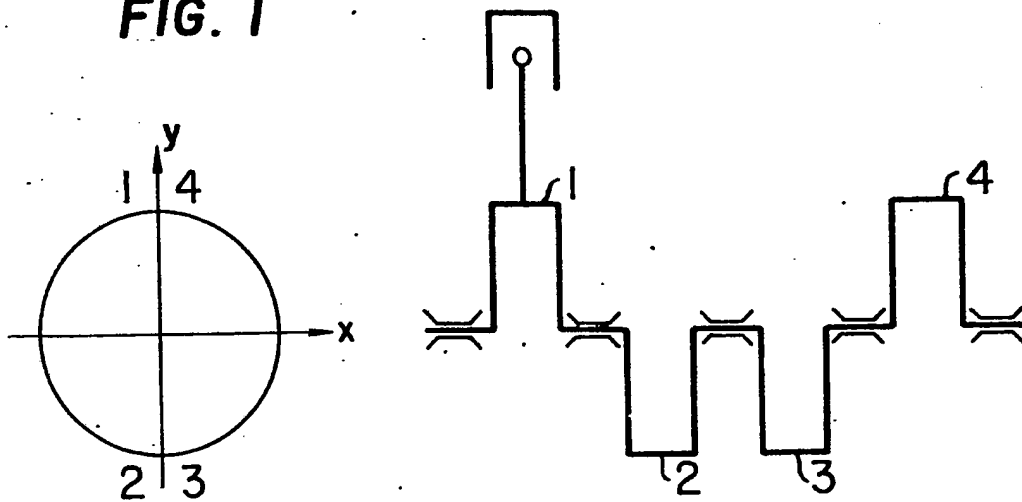
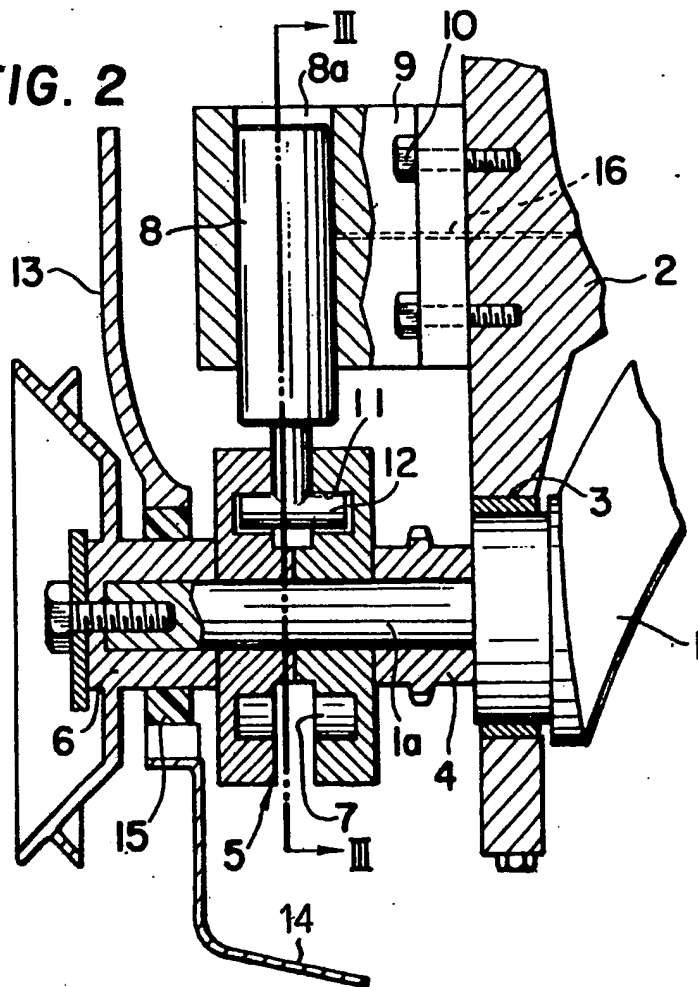


FIG. 2



409839/0259

4703 15-26 AM: 22.2.1971 CM: 26.8.1971

dz

10.

FIG. 3

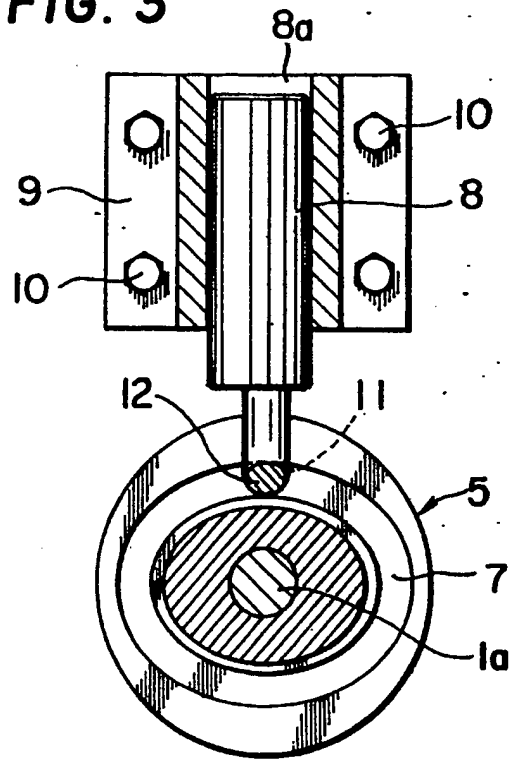
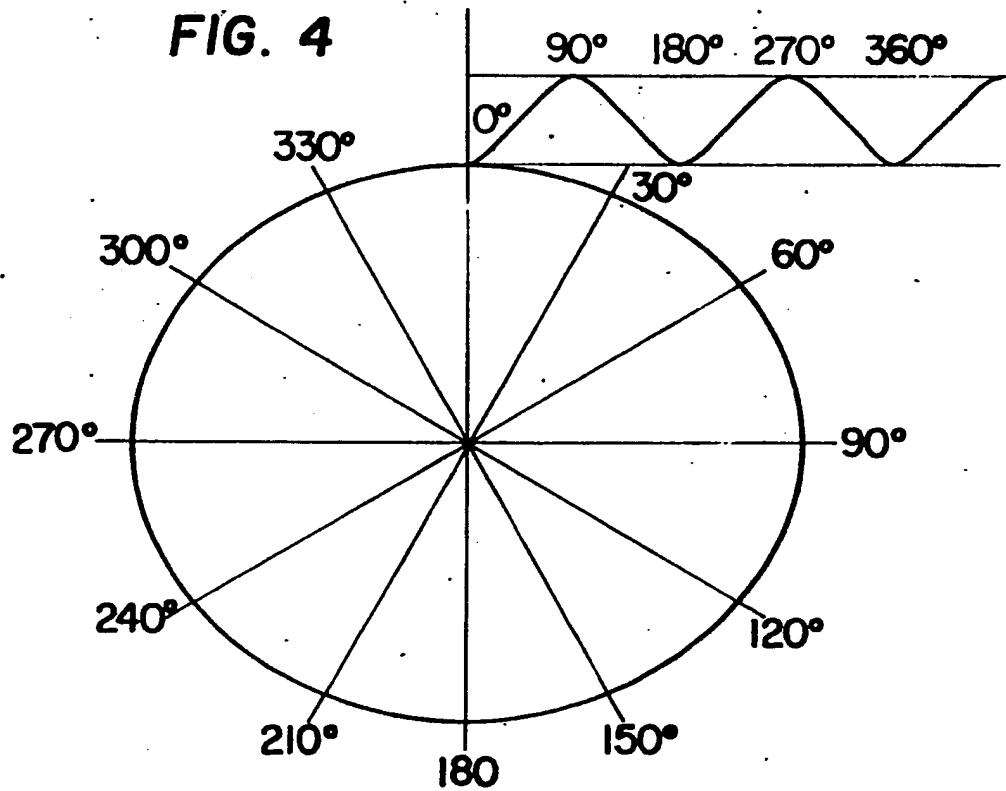


FIG. 4



409839/0259